



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2003094175 A**(43) Date of publication of application: **02.04.03**

(51) Int. Cl.

B23K 20/12
B23K 20/26(21) Application number: **2001286381**(22) Date of filing: **20.09.01**(71) Applicant: **YASKAWA ELECTRIC CORP**(72) Inventor:
OKAMOTO TAKESHI
KOGA YASUHIRO
OKUMURA SHINJI
HIRAYAMA TAKAHIDE(54) **HEATING DEVICE FOR METHOD FOR FRICTION
STIR WELDING**

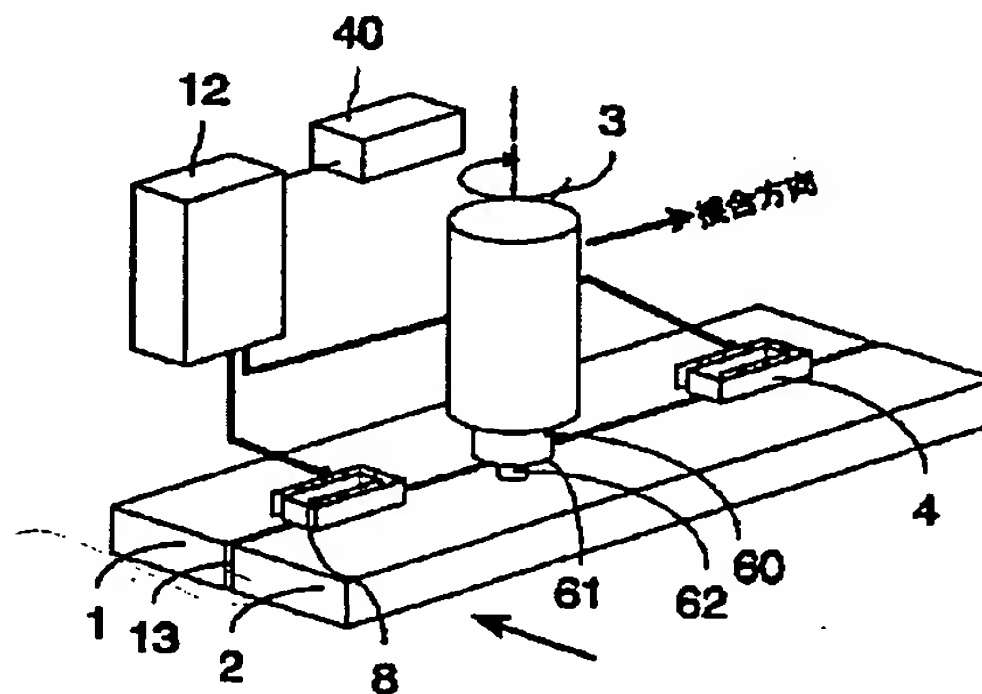
heated by the induction heating sources 4 and 8.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a heating device for friction stir welding capable of shortening a time before starting of the friction stir welding, improving the controllability of a heating range and a heating temperature, and preventing cracks in a welding part regardless of the quality of a material.

SOLUTION: The heating device for the method for friction stir welding is provided with induction heating sources 4 and 8 which are provided in forward and rearward directions of a probe 62 moving on a welding part 13 and move with the probe 62, a power source 12 for supplying electric power to the induction heating sources 4 and 8, and a temperature setting means 40 for setting the temperature of the welding part 13. A clearance is provided between the induction heating sources 4 and 8 and materials 1 and 2 to be welded. The induction heating sources 4 and 8 are heated at a set temperature set by the temperature setting means by the power source 12 when welded, and the welding part 13 in the forward and rearward in the moving direction of the probe 62 is



(43)公開日 平成15年4月2日(2003.4.2)

テーマト* (参考)

3 1 0 4 E 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数 3 OL (全 7 頁)

(21)出願番号 **特願2001-286381(P2001-286381)**

(22) 出願日 平成13年 9 月20日 (2001. 9. 20)

(71)出願人 000006622

株式会社安川電機

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

(72)発明者 岡本 健

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

(72) 発明者 古賀 靖弘

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

(72)発明者 奥村 信治

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

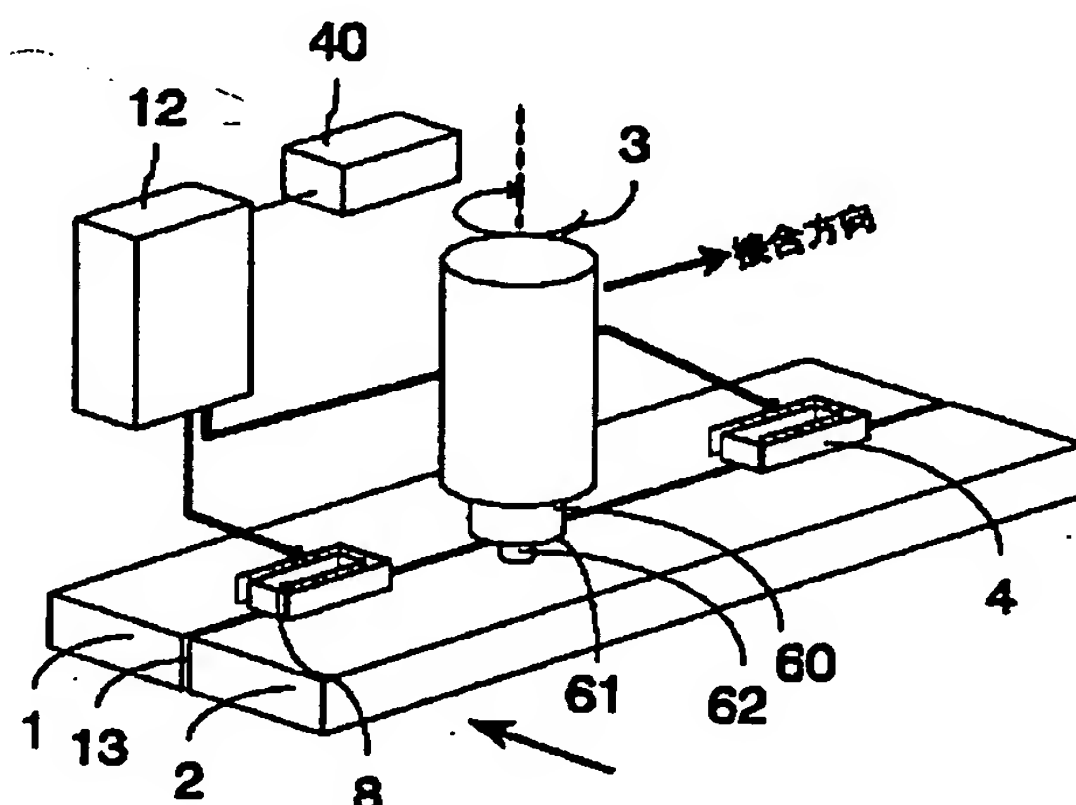
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 摩擦攪拌接合法の加熱装置

(57) 【要約】

【課題】 摩擦攪拌接合開始までの時間を短縮でき、加熱範囲及び加熱温度の制御性の向上、材質に拠らず、接合部位の割れ防止ができる摩擦攪拌接合の加熱装置を得る。

【解決手段】 本発明の摩擦攪拌接合法の加熱装置は、加熱装置は接合部１３上を移動するブローブ６２の前方および後方にブローブ６２と同時に移動する誘導加熱熱源４、８と、誘導加熱熱源４、８に電力を供給する電源１２と、接合部１３の温度を設定する温度設定手段４０とを具備し、誘導加熱熱源４、８と被接合部材１、２の間に空隙を設け、接合時において電源１２により誘導加熱熱源４、８が温度設定手段により設定された設定温度に加熱され、ブローブ６２の移動方向の前後の接合部１３を誘導加熱熱源４、８により加熱する構成である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 前記被接合部材 1、2 の接合部 13 又はその近傍に回転する回転子 60 の先端から突出しているプローブ 62 を挿入し、前記プローブ 62 との接触部を摩擦熱にて軟化させ攪拌しながら、前記プローブ 62 を挿入状態で前記接合部 13 に沿って相対的に移動させることにより前記被接合部材 1、2 を接合する際、接合時に前記プローブ 62 の移動方向の前方部分を加熱しながら移動する加熱熱源を有する摩擦攪拌接合法の加熱装置において、

前記加熱熱源は前記接合部 13 上を移動する前記プローブ 62 の前方および後方に前記プローブ 62 と同時に移動する誘導加熱熱源 4、8 と、前記誘導加熱熱源 4、8 に電力を供給する電源 12 と、前記接合部 13 の温度を設定する温度設定手段 40 とを具備し、前記誘導加熱熱源 4、8 と前記被接合部材 1、2 の間に空隙を設け、接合時において前記電源 12 により前記誘導加熱熱源 4、8 が前記温度設定手段により設定された前記設定温度に加熱され、前記プローブ 62 の前記移動方向の前方部分の前記接合部 13 を前記誘導加熱熱源 4 により加熱し、前記プローブ 62 の前記移動方向の後方部分の前記接合部 13 を前記誘導加熱熱源 8 により加熱することを特徴とする摩擦攪拌接合法の加熱装置。

【請求項 2】 前記誘導加熱熱源 4、8 の前記移動方向と直角方向の幅は、前記プローブ 62 の直径より大きいことを特徴とする請求項 1 記載の摩擦攪拌接合法の加熱装置。

【請求項 3】 前記プローブ 62 の移動方向の前方に非接触温度センサ 6 を、後方に非接触温度センサ 9 をそれぞれ配置し、前記非接触温度センサ 6、9 が計測した前記接合部 13 の温度情報をフィードバック機構 7、11 にフィードバックし、前記温度設定手段 40 により予め設定された設定温度 41 になるように前記電源 12 に供給される電力を調整することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の摩擦攪拌接合法の加熱装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は摩擦攪拌接合法の加熱装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、摩擦攪拌接合における接合を促進させる加熱装置として、円筒形のツールをその中心軸円周方向に回転させながら被接合材接合線に沿って圧着、移動させ、その際にツールと母材間に生ずる摩擦熱の発生を促すためにレーザやガス炎を利用したものがある（たとえば、特許第 2712838 号、特許第 3081808 号）。

第 1 の従来例として、レーザ光を用いた加熱装置について述べる。図 7 は、この従来の摩擦攪拌装置の加熱装置構成を示す模式図である。図において、1、2 は、同一平面内において幅方向の一端面を突合わせ状態に配置さ

れたアルミニウム等の金属からなる 2 枚の板状被接合部材であり、この突合わせ部を接合部 13 とするものである。3 は接合装置であり、径大の円柱状回転子 60 の端部軸線上に径小のピン状プローブ 62 が突出して一体に設けられたものであり、回転子 60 を高速回転させることによりプローブ 62 を高速回転させるものである。なお、プローブ 62 及び回転子 60 は、被接合部材 1、2 よりも硬質でかつ接合時に発生する摩擦熱に耐えうる耐熱材料によって形成されている。63 は加熱装置であって、CO₂ レーザや YAG レーザ等の各種レーザ光 64 を熱源として両被接合部材 1、2 を加熱するものである。この加熱装置 63 は、レーザ光 64 を出すレーザ発振器（図示せず）と、該発振器から出たレーザ光を集光したり、加熱すべき箇所にレーザ光 64 の照準を合わせたりする光学系（図示せず）とを備えている。そして、レーザ光 64 が照射される略円筒状のレーザノズル部 65 は、プローブ 62 の移動方向前方の近傍部位に配置されると共に、プローブ 62 の動きに連動し、接合部 13 におけるレーザ照射位置が常にプローブ 62 の移動方向前方に位置する。レーザ光 64 の照射幅は、回転子 60 先端の平坦状ショルダ 61 の径と略同一寸法に設定されており、接合部 13 のうちプローブ 62 近傍の部分だけを加熱して、この部分及びその周辺の温度を上昇させる。上記の摩擦攪拌接合法の加熱装置の動作について説明する。加熱装置 63 のレーザ発振器を作動させてノズル部 65 からレーザ光 64 を照射させると共に、接合装置の回転子 60 を回転させてこれと一体回転するプローブ 62 を接合部 13 又はその近傍に接触させる。そして、その摩擦熱により接触部分を軟化可塑化させ、更にプローブ 62 を押し付けてプローブ 62 を被接合部材 1、2 の厚さ方向内部に挿入していく。プローブ 62 の挿入状態で、回転子 60 のショルダ 61 を被接合部材 1、2 の表面に圧着させる。ショルダ 61 の当接により、接合開始時あるいは接合途中の軟化部分の素材の飛散を防止し得て均一な接合状態を実現し得ると共に、被接合部材 1、2 とショルダ 61 との摺動による摩擦熱を生ぜじめて、プローブ 62 との接触部あるいはその近傍の軟化を促進し、さらに被接合部材 1、2 表面の凹凸形成を防止する。プローブ 62 の挿入後、接合部 13 に沿って回転子 60 を移動させる。すると、これに連動して加熱装置 63 のノズル部 65 が接合部 13 に沿って移動し、これに伴いレーザ照射位置も移動する。プローブ 62 及び回転子 60 の回転により、プローブ 62 との接触部分周辺において、被接合部材 1、2 が摩擦熱によって軟化し且つ攪拌される。そして、プローブ 62 の移動によって、軟化攪拌部分がプローブ 62 の進行圧力を受けてプローブ 62 の通過溝を埋めるようにプローブ 62 の進行方向後方へと回り込む態様で塑性流動したのち、摩擦熱を急速に失って急冷固化される。図 9 に示した加熱装置 63 を用いた摩擦攪拌接合では、レーザ光 64 の照

射によって接合部が加熱され、プローブ 6 2 及びショルダ 6 1 との接触部を迅速に軟化させ、プローブ 6 2 による接合を容易とすることを狙いとしている。第 2 の従来例としてガス炎を用いた加熱装置について述べる。図 8 は、加熱装置にガス炎を用いた摩擦撹拌接合法を示す模式図である。酸素アセチレン、酸素プロパン、酸素天然ガス等の各種ガス炎 7 0 を熱源として両被接合部材 1、2 を加熱するものである。この加熱装置 7 2 も同様に、ガス炎 7 0 が噴射される略円筒状のガスノズル部 7 1 は、プローブ 6 2 の移動方向前方の近傍部位に配置され
10 と共に、プローブ 6 2 の動きと連動するものとなされ、接合部 1 3 におけるガス炎 7 0 噴射位置が常に接合装置の移動方向前方に位置するものとなされている。また、ガス炎 7 0 の噴射幅は、被接合部材 1、2 の表面にぶつかってその先端部が広がった状態になったときに回転子 6 0 のショルダ 6 1 の径と略同一寸法になるように設定されており、接合部 1 3 のうちプローブ近傍の部分だけを加熱して、この部分及びその周辺の温度を上昇させるものとなされている。上記の摩擦撹拌接合法の加熱装置の動作について説明する。加熱装置 7 2 のガスノズル部 7 1 からガス炎 7 0 を噴射させると共に、接合装置 3 の回転子 6 0 を回転させてこれと一体回転するプローブ 6 2 を接合部 1 3 に挿入し、プローブ挿入状態のまま突合せ部に沿ってプローブ 6 2 を被接合部材 1、2 に対し相対的に移動させることにより被接合部材 1、2 が接
30 合される。図 8 に示した加熱装置 7 2 を用いた摩擦撹拌接合では、ガス炎 7 0 の熱によって接合部が加熱され、プローブ 6 2 及びショルダ 6 1 との接触部を迅速に軟化させ、プローブ 6 2 による接合を容易とすることを狙いとしている。このように、従来の摩擦撹拌接合では施工を行う際に、摩擦熱のみでは被接合部材に対する昇温速度が遅いため、補助熱源としてレーザー光 6 4 あるいはガス炎 7 0 を用いている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、これら従来の摩擦撹拌接合で補助熱源としてレーザー光 6 4 あるいはガス炎 7 0 を用いる手法は、接合後の被接合部材の冷却速度を制御する機構を持たないため、冷却時に被接合部材の接合部に生ずる、被接合部材の内部応力による被接合部材の接合部分の凝固割れの発生を回避することが
40 でできなかった。また、レーザーは熱源の照射半径が極めて小さいため、接合線上に照射する際の位置ずれ誤差の裕度が狭く、被接合部材の微小な変形等により接合線 1 3 への焦点が定まらない場合、余熱温度にばらつきが出る。また、ガス炎は被接合部材に対する熱源の照射半径が大きい
50 ため、被接合部材の接合線 1 3 上に照射できる位置ずれ誤差の裕度は広いが、投入熱量の管理が難しく、加熱時にガス炎 7 0 は被接合部材の接合部以外の範囲も加熱し軟化させる。摩擦撹拌接合では被接合部材を溶融させず接合するため欠陥が少なく非接合部材の軟化

範囲も狭いために強度の低下が少ない長所がある。この接合法の処理時間短縮を目的として予備加熱、処理後の品質向上を目的として後加熱が検討されている。その加熱法としてはレーザーとガスバーナがある。摩擦撹拌接合の長所を維持するために必要なことは、接合部の極近傍のみを加熱できることと冷却速度の制御性があることである。前者は被接合部材の軟化を防ぐため、後者は接合部前方の加熱時の急速加熱による処理時間短縮を目的としている。接合部後方加熱冷却は熱処理（脆化の防止、強度向上、歪取り）の目的で冷却条件を変える必要がある。誘導加熱は一般に用いられており加熱冷却速度の制御性が良くて材料の形状の影響がなく、簡単な装置で使えるという特徴がある。しかし、接合部だけの加熱には不利で、また、アルミニウムのような非磁性で導電率の高い材料には適用が難しい。そこで、本発明は、摩擦撹拌接合を開始するまでの時間を短縮し、加熱範囲及び加熱温度の制御性の向上、材質に拠らず、接合部位の割れを防止できる摩擦撹拌接合の加熱装置を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明は、被接合部材の接触部の接触抵抗による誘導加熱を用いて局部加熱を行うもので、詳しくはつぎの構成によるものである。

(1) 請求項 1 記載の摩擦撹拌接合法の加熱装置は、前記被接合部材 1、2 の接合部 1 3 又はその近傍に回転する回転子 6 0 の先端から突出しているプローブ 6 2 を挿入し、前記プローブ 6 2 との接触部を摩擦熱にて軟化させ撹拌しながら、前記プローブ 6 2 を挿入状態で前記接合部 1 3 に沿って相対的に移動させることにより前記被接合部材 1、2 を接合する際、接合時に前記プローブ 6 2 の移動方向の前方部分を加熱しながら移動する加熱熱源を有する摩擦撹拌接合法の加熱装置において、前記加熱熱源は前記接合部 1 3 上を移動する前記プローブ 6 2 の前方および後方に前記プローブ 6 2 と同時に移動する誘導加熱熱源 4、8 と、前記誘導加熱熱源 4、8 に電力を供給する電源 1 2 と、前記接合部 1 3 の温度を設定する温度設定手段 4 0 とを具備し、前記誘導加熱熱源 4、8 と前記被接合部材 1、2 の間に空隙を設け、接合時において前記電源 1 2 により前記誘導加熱熱源 4、8 が前記温度設定手段により設定された前記設定温度に加熱され、前記プローブ 6 2 の前記移動方向の前方部分の前記接合部 1 3 を前記誘導加熱熱源 4 により加熱し、前記プローブ 6 2 の前記移動方向の後方部分の前記接合部 1 3 を前記誘導加熱熱源 8 により加熱する構成である。本摩擦撹拌接合法の加熱装置によれば、移動方向前方の加熱により被接合部材 1、2 が摩擦撹拌接合可能な状態に軟化するため、加熱時間が短縮でき、加熱範囲及び加熱温度の制御性が向上する。また、移動方向後方の加熱により接合後の冷却時間を制御することで接合部位の割れを

防止することができる。

(2)請求項 2 記載の摩擦撹拌接合法の加熱装置は、前記誘導加熱熱源 4、8 の前記移動方向と直角方向の幅は、前記プローブ 6 2 の直径より大きくしたものである。請求項 2 記載の摩擦撹拌接合法の加熱装置によれば、誘導加熱熱源 4、8 の大きさをショルダ 6 1 と同一の幅としたので、プローブ 6 2 によって接合される接合部 1 3 のみに加熱を限定できる。このため、接合部 1 3 以外が加熱されることなく被接合部材 1、2 の熱影響を最小限に押さえ、高品質な接合が可能となる。

(3)請求項 3 記載の摩擦撹拌接合法の加熱装置は、前記プローブ 6 2 の移動方向の前方に非接触温度センサ 6 を、後方に非接触温度センサ 9 をそれぞれ配置し、前記非接触温度センサ 6、9 が計測した前記接合部 1 3 の温度情報をフィードバック機構 7、11 にフィードバックし、前記温度設定手段 4 0 により予め設定された設定温度 4 1 になるように前記電源 1 2 に供給される電力を調整するようにしたものである。請求項 3 記載の摩擦撹拌接合法の加熱装置によれば、誘導加熱熱源 4、8 による接合物の過剰加熱を防止し被接合材 1、2 の変形を防止することができる。

【0005】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図に基づいて説明する。

(第 1 の実施形態) 本発明の第 1 の実施形態を図 1 ～図 3 に示す。図 1 は、摩擦撹拌接合法の加熱装置を示す斜視図、図 2 は図 1 における部分側面図、図 3 は加熱温度設定パネルである。図において、3 は加熱装置、4、8 は誘導加熱熱源、1 2 は電源、4 0 は加熱温度設定パネル、4 1 は設定温度表示、4 2 は設定温度調整ボタンである。その他の符号は、従来例で述べたものと同じであるため省略する。誘導加熱熱源 4、8 は、被接合部材 1、2 の表面から少なくとも 1 mm の空隙をもって図示しない保持治具に接合装置 3 とともに固定されている。設定温度は 100℃～300℃の範囲とし、加熱温度設定パネル 4 0 で設定される。つぎに、本装置の動作について述べる。図 4 は本発明の加熱装置を示すブロック図である。被接合部材 1、2 の接合線 1 3 上に配置された誘導加熱熱源 4 は温度設定手段 4 0 の設定温度調整ボタン 4 2 で設定された設定温度 4 1 に応じて誘導加熱熱源 4 を駆動する電源 1 2 に加熱量の増減信号を送り、電源 1 2 は誘導加熱熱源 4 を駆動し、誘導加熱熱源 4 は電磁気を照射し、接合線 1 3 近傍の被接合部材 1、2 を誘導加熱し、設定温度 4 1 に近づける。特に接合部 1 3 は被接合部材 1、2 の接触抵抗発熱により局所的な発熱点を生ずる。誘導加熱熱源 4 によって加熱された被接合部材 1、2 は回転しているプローブ 6 2 とショルダ 6 1 の接合線 1 3 への圧着によりさらに摩擦熱を生じるが、被接合部材 1、2 は設定温度 4 1 に到達しているためプローブ 6 2 とショルダ 6 1 の摩擦熱がもたらす塑性流動状態

に短時間で達することが可能になり、摩擦撹拌接合が短時間で完了する。接合が完了後、プローブ 6 2 の後方に設置された誘導加熱熱源 8 は設定温度 4 1 に応じて誘導加熱熱源 8 を駆動する電源 1 2 に加熱量の増減信号を送り、電源 1 2 は誘導加熱熱源 8 を駆動し、誘導加熱熱源 8 は電磁気を被接合部材 1、2 と接合部 1 3 に照射し、被接合部材 1、2 と特に接合部 1 3 を誘導加熱する。摩擦撹拌接合において被接合部材 1、2 が摩擦撹拌接合可能な状態に軟化するための時間短縮および加熱範囲及び制御の裕度を増加し、接合後の冷却時間を制御することで接合部 1 3 の急冷による割れを防止することができる。

(第 2 の実施形態) 本発明の第 2 の実施形態を図 5 に示す。図 5 は、摩擦撹拌接合法の加熱装置の示す構成図である。図において、6、9 は非接触温度センサ、7 はフィードバック機構、8 は誘導加熱熱源、11 はフィードバック機構である。プローブ 6 2 とショルダ 6 1 により摩擦撹拌接合される直前の接合部 1 3 の温度を計測する非接触温度センサ 6、プローブ 6 2 とショルダ 6 1 により摩擦撹拌接合された直後の接合部 1 3 の温度を計測する非接触温度センサ 9、各非接触式温度センサ 6、9 からのフィードバック情報を処理する図 6 に示すフィードバック機構 7、11 を具備し、非接触温度センサ 6 はプローブ 6 2 の移動方向前方、非接触温度センサ 9 はプローブ 6 2 の移動方向後方に配置し、接合時において誘導加熱熱源 4、8 は、非接触温度センサ 6、9 が計測した接合部 1 3 の温度をもとに電源 1 2 に内蔵された温度設定手段 4 0 により予め設定された設定温度 4 1 になるようにフィードバック機構 7、11 により誘導加熱熱源 4、8 へ電源 1 2 により供給される電力を制御し、被接合部材 1、2 と接合部 1 3 への加熱量を調整することで、プローブ 6 2 とショルダ 6 1 により摩擦撹拌接合される直前の接合部 1 3 の温度およびプローブ 6 2 とショルダ 6 1 により摩擦撹拌接合された直後の接合部 1 3 の温度を非接触温度センサ 6、9 により計測し、非接触温度センサ 6、9 からの温度情報をフィードバック機構 7、11 によりフィードバック制御し、設定温度 4 1 に加熱量を調整する。本実施例により、誘導加熱熱源 4、8 による接合物の過剰加熱を防止し被接合材 1、2 の変形を防止することができる。

【0006】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の摩擦撹拌接合法の加熱装置によれば、つぎの効果がある。

(1) 接合部上を移動するプローブの前後に同時に移動する誘導加熱熱源と、接合部の温度を設定する温度設定手段とを具備し、誘導加熱熱源と被接合部材の間に空隙を設け、接合時において電源により誘導加熱熱源が温度設定手段により設定された設定温度に加熱され、プローブの移動方向の前方部分の接合部を誘導加熱熱源により加熱し、プローブの移動方向の後方部分の接合部を誘導

加熱熱源により加熱する構成にしたので、移動方向前方の加熱により被接合部材が摩擦撈拌接合可能な状態に軟化するため、加熱時間の短縮と加熱範囲及びの制御の裕度を増加させた。また、移動方向後方の加熱により接合後の冷却時間を制御することで接合部位の割れを防止することができる。

(2)誘導加熱熱源の移動方向と直角方向の幅は、プローブの直径より大きくしたので、プローブによって接合される接合部のみに加熱を限定できる。このため、接合部以外が加熱されることなく被接合部材の熱影響を最小限

に押さえ、高品質な接合が可能となる。
(3)プローブの移動方向の前方に非接触温度センサを、後方に非接触温度センサをそれぞれ配置し、非接触温度センサが計測した接合部の温度情報をフィードバック機構にフィードバックし、温度設定手段により予め設定された設定温度になるように電源に供給される電力を調整するようにしたので、誘導加熱熱源による接合物の過剰加熱を防止し被接合材の変形を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態における摩擦撈拌接合の加熱方法の構成を示す模式図

【図2】図1における被接合部材の分側面図

【図3】図1における加熱温度設定パネルの正面図本発明の実施の形態におけるの誘導加熱熱源の位置関係を示す模式図

【図4】本発明の実施の形態を示すブロック図実施の形態における摩擦撈拌接合の加熱方法の構成を示す加熱方

法の構成を示す模式図

【図5】本発明の第2の実施形態の加熱温度設定パネルの模式図

【図6】本発明の第2の実施形態を示すブロック図

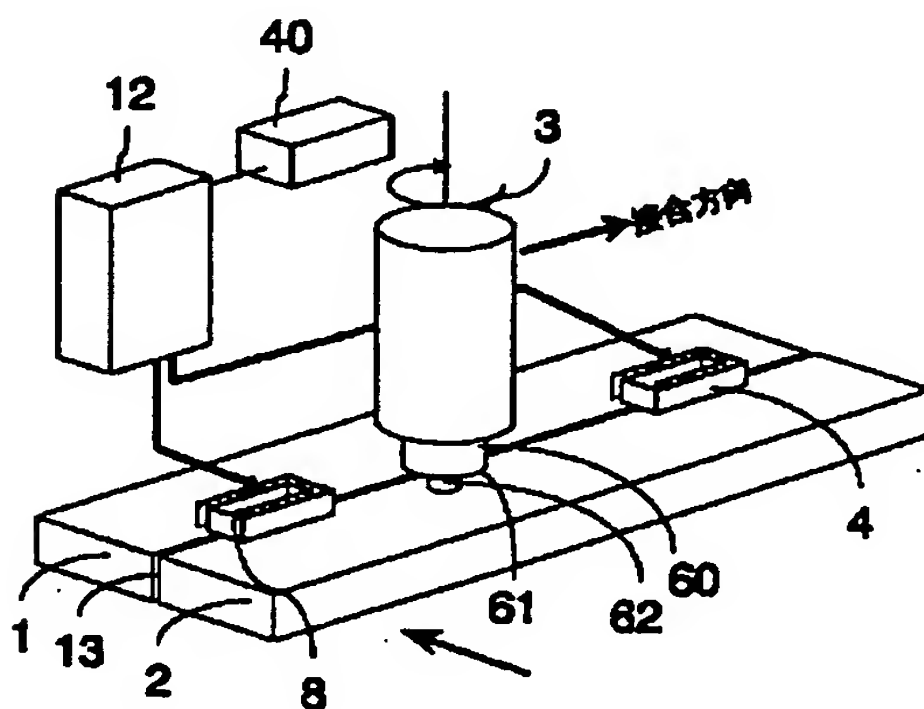
【図7】従来の摩擦撈拌接合法の加熱装置を示す模式図

【図8】従来の他の摩擦撈拌接合法の加熱装置を示す模式図

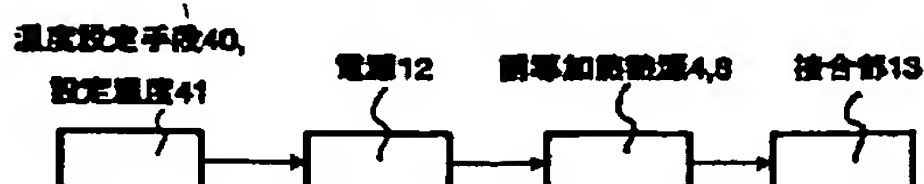
【符号の説明】

- 1、2：被接合部材
- 3：接合装置
- 4：誘導加熱熱源
- 6、9：非接触温度センサ
- 7：フィードバック機構
- 8：誘導加熱熱源
- 11：フィードバック機構
- 12：電源
- 40：加熱温度設定パネル
- 41：設定温度表示
- 42：設定温度調整ボタン
- 60：回転子
- 61：シオルダ
- 62：プローブ
- 63、72：加熱装置
- 64：レーザ光
- 65：レーザノズル部
- 70：ガス炎
- 71：ガスノズル部

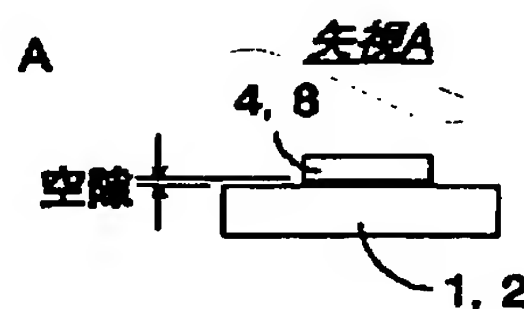
【図1】



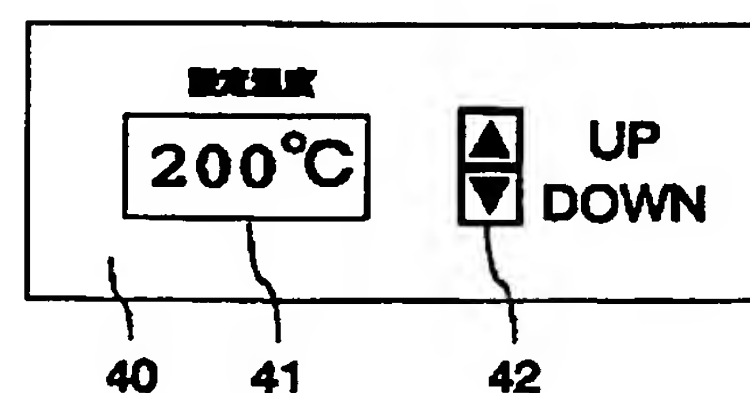
【図4】



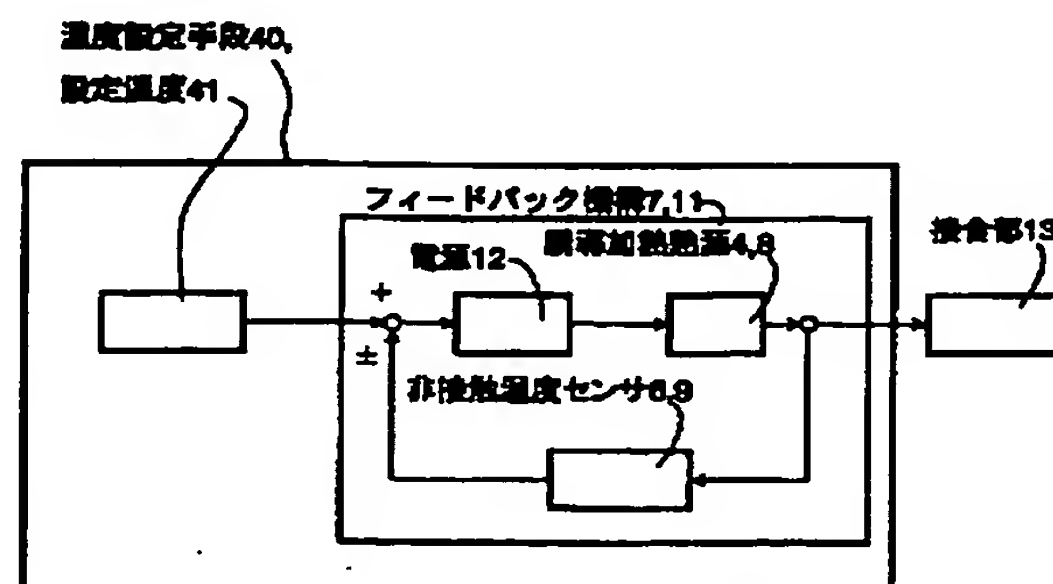
【図2】



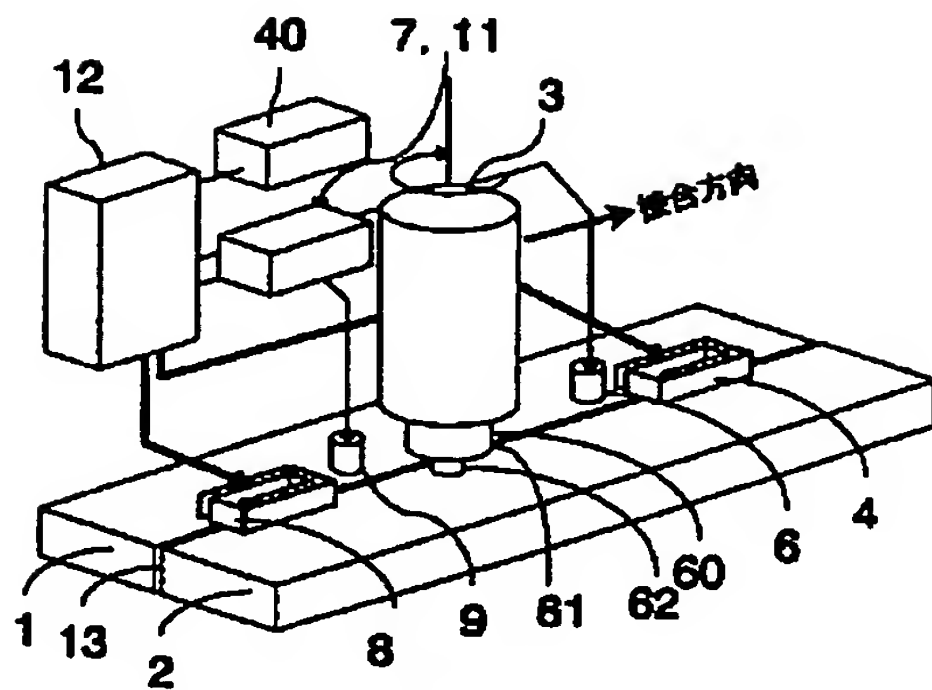
【図3】



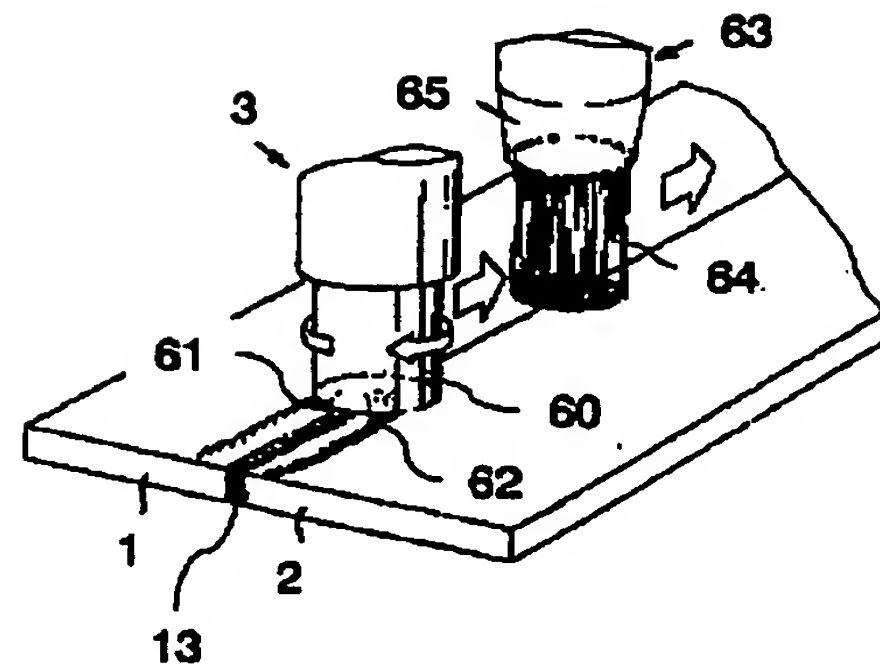
【図6】



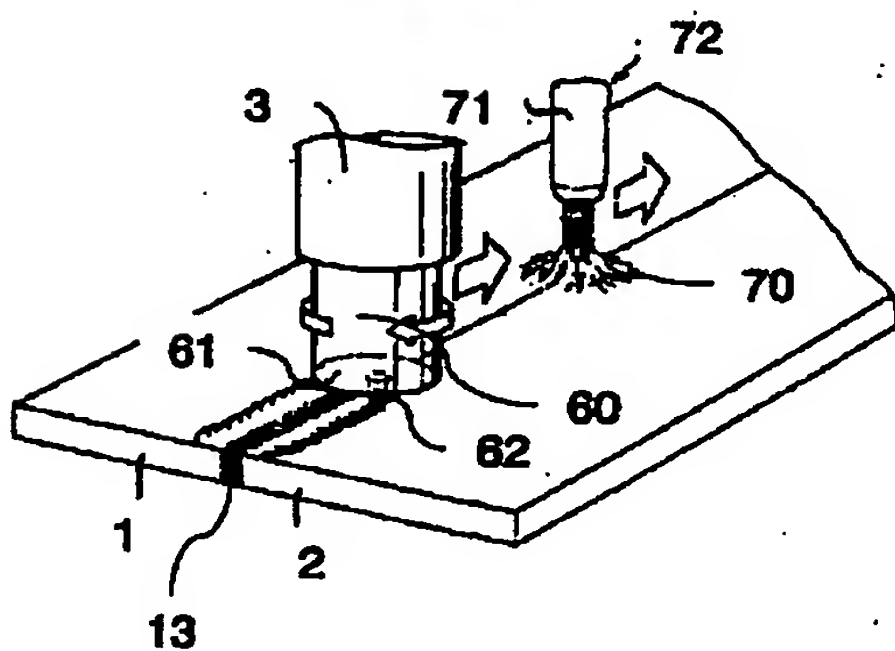
【図5】



【図7】



【図8】



【手続補正書】

【提出日】平成13年9月28日（2001. 9. 28）

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正内容】

【0005】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図に基づいて説明する。

（第1の実施形態）本発明の第1の実施形態を図1～図3に示す。図1は、摩擦撹拌接合法の加熱装置を示す斜視図、図2は図1における部分側面図、図3は加熱温度設定パネルである。図において、3は加熱装置、4、8は誘導加熱熱源、12は電源、40は加熱温度設定パネル、41は設定温度表示、42は設定温度調整ボタンである。その他の符号は、従来例で述べたものと同じであるため省略する。誘導加熱熱源4、8は、被接合部材1、2の表面から少なくとも1mmの空隙をもって図示

しない保持治具に接合装置3とともに固定されている。設定温度は100℃～300℃の範囲とし、加熱温度設定パネル40で設定される。つぎに、本装置の動作について述べる。図4は本発明の加熱装置を示すブロック図である。被接合部材1、2の接合線13上に配置された誘導加熱熱源4は温度設定手段40の設定温度調整ボタン42で設定された設定温度41に応じて誘導加熱熱源4を駆動する電源12に加熱量の増減信号を送り、電源12は誘導加熱熱源4を駆動し、誘導加熱熱源4は電磁気を照射し、接合線13近傍の被接合部材1、2を誘導加熱し、設定温度41に近づける。特に接合部13は被接合部材1、2の接触抵抗発熱により局所的な発熱点を生ずる。誘導加熱熱源4によって加熱された被接合部材1、2は回転しているプローブ62とショルダ61の接合線13への圧着によりさらに摩擦熱を生じるが、被接合部材1、2は設定温度41に到達しているためプローブ62とショルダ61の摩擦熱がもたらす塑性流動状態に短時間で達することが可能になり、摩擦撹拌接合が短時間で完了する。接合が完了後、プローブ62の後方に

設置された誘導加熱熱源 8 は設定温度 41 に応じて誘導加熱熱源 8 を駆動する電源 12 に加熱量の増減信号を送り、電源 12 は誘導加熱熱源 8 を駆動し、誘導加熱熱源 8 は電磁気を被接合部材 1、2 と接合部 13 に照射し、被接合部材 1、2 と特に接合部 13 を誘導加熱する。摩擦撈拌接合において被接合部材 1、2 が摩擦撈拌接合可能な状態に軟化するための時間短縮および加熱範囲及び加熱温度の制御の裕度を増加し、接合後の冷却時間を制御することで接合部 13 の急冷による割れを防止することができる。

(第 2 の実施形態) 本発明の第 2 の実施形態を図 5 に示す。図 5 は、摩擦撈拌接合法の加熱装置の示す構成図である。図において、6、9 は非接触温度センサ、7 はフィードバック機構、8 は誘導加熱熱源、11 はフィードバック機構である。プローブ 62 とショルダ 61 により摩擦撈拌接合される直前の接合部 13 の温度を計測する非接触温度センサ 6、プローブ 62 とショルダ 61 により摩擦撈拌接合された直後の接合部 13 の温度を計測する非接触温度センサ 9、各非接触式温度センサ 6、9 からのフィードバック情報を処理する図 6 に示すフィードバック機構 7、11 を具備し、非接触温度センサ 6 はプローブ 62 の移動方向前方、非接触温度センサ 9 はプローブ 62 の移動方向後方に配置し、接合時において誘導加熱熱源 4、8 は、非接触温度センサ 6、9 が計測した接合部 13 の温度をもとに電源 12 に内蔵された温度設定手段 40 により予め設定された設定温度 41 になるようにフィードバック機構 7、11 により誘導加熱熱源 4、8 へ電源 12 により供給される電力を制御し、被接合部材 1、2 と接合部 13 への加熱量を調整することで、プローブ 62 とショルダ 61 により摩擦撈拌接合される直前の接合部 13 の温度およびプローブ 62 とショルダ 61 により摩擦撈拌接合された直後の接合部 13 の温度を非接触温度センサ 6、9 により計測し、非接触温度センサ 6、9 からの温度情報をフィードバック機構 7、11 によりフィードバック制御し、設定温度 41 に加熱量を調整する。本実施例により、誘導加熱熱源 4、

8 による接合物の過剰加熱を防止し被接合材 1、2 の変形を防止することができる。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0006

【補正方法】 変更

【補正内容】

【0006】

【発明の効果】 以上述べたように、本発明の摩擦撈拌接合法の加熱装置によれば、つぎの効果がある。

(1) 接合部上を移動するプローブの前後に同時に移動する誘導加熱熱源と、接合部の温度を設定する温度設定手段とを具備し、誘導加熱熱源と被接合部材の間に空隙を設け、接合時において電源により誘導加熱熱源が温度設定手段により設定された設定温度に加熱され、プローブの移動方向の前方部分の接合部を誘導加熱熱源により加熱し、プローブの移動方向の後方部分の接合部を誘導加熱熱源により加熱する構成にしたので、移動方向前方の加熱により被接合部材が摩擦撈拌接合可能な状態に軟化するため、加熱時間の短縮と加熱範囲及び加熱温度の制御の裕度を増加させた。また、移動方向後方の加熱により接合後の冷却時間を制御することで接合部位の割れを防止することができる。

(2) 誘導加熱熱源の移動方向と直角方向の幅は、プローブの直径より大きくしたので、プローブによって接合される接合部のみに加熱を限定できる。このため、接合部以外が加熱されることなく被接合部材の熱影響を最小限に押さえ、高品質な接合が可能となる。

(3) プローブの移動方向の前方に非接触温度センサを、後方に非接触温度センサをそれぞれ配置し、非接触温度センサが計測した接合部の温度情報をフィードバック機構にフィードバックし、温度設定手段により予め設定された設定温度になるように電源に供給される電力を調整するようにしたので、誘導加熱熱源による接合物の過剰加熱を防止し被接合材の変形を防止することができる。

フロントページの続き

(72) 発明者 平山 卓秀

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号
株式会社安川電機内

F ターム(参考) 4E067 AA05 BG00 CA03 DC05 EC01